



Hacia un esquema integrado de compensación ambiental: la unificación de los bancos de conservación y los mercados de carbono

Autor: Álvaro Enríquez-de-Salamanca

Institución: Escuela de Doctorado UNED / DRABA Ingeniería y Consultoría Medioambiental, S.L.

Otros autores: Rosa María Martín-Aranda (UNED); Rubén Díaz-Sierra (UNED)

Resumen

La compensación por daños a la biodiversidad y los mercados de carbono son dos esquemas de compensación ambiental, con diferente origen y desarrollo, pero con muchos aspectos en común. Ambos necesitan un mercado activo para el éxito, con oferta y demanda real de compensación, algo que prácticamente no existe actualmente en España.

La falta de demanda de compensación de la biodiversidad se debe principalmente a una baja inversión en obra civil, principal demandante de compensación, mientras que la falta de compensación de los gases de efecto invernadero se debe a que es voluntaria, y no un requisito establecido por la normativa o en los procedimientos de evaluación ambiental. Aún así, la inclusión de las actividades de uso de la tierra y silvicultura en la contabilidad de gases de efecto invernadero podría fomentar la creación de nuevos sumideros de carbono, que podrían servir para el desarrollo de los mercados voluntarios de carbono.

Los bancos de conservación se han incorporado a la legislación española en 2013 como una herramienta para la compensación de la biodiversidad, pero en la coyuntura actual no es previsible su desarrollo. Sin embargo, podrían combinar la compensación de biodiversidad y de carbono, lo que supondría notables ventajas como la movilización de los recursos económicos, la generación de demanda, la promoción del desarrollo rural y la provisión de soluciones a la disponibilidad de tierras y permanencia.

En la comunicación se discuten las oportunidades que abriría la unificación de la compensación ambiental, por biodiversidad o por carbono, en un esquema común, basado en los bancos de conservación.

Palabras clave: bancos de conservación; mercados de carbono; cambio climático; compensación de la biodiversidad; compensación de emisiones de carbono



1. Introducción

En la actualidad existen dos esquemas principales de compensación ambiental, destinados a compensar los daños a la biodiversidad o las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Ambos sistemas tienen orígenes y desarrollo diferentes, y por lo general son completamente independientes, a pesar de sus coincidencias.

Las compensaciones para la biodiversidad suelen estar vinculadas a la evaluación ambiental de planes y proyectos. Aunque hay diferentes maneras de desarrollar esta compensación probablemente el mecanismo más importante sea la banca de mitigación, nacida en Estados Unidos a raíz de la Ley de Aguas (*Clean Water Policy Act*), para compensar los daños a humedales. Este modelo se amplió en primer lugar a Canadá y Australia, y más recientemente a países europeos. En España se denominan bancos de conservación, y se incluyeron en la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, aunque sin una regulación detallada.

Las compensaciones de carbono nacen de la necesidad de mitigar el cambio climático, estabilizando las concentraciones de CO₂ en la atmósfera. La mitigación implica una combinación de medidas para reducir las emisiones y para aumentar la absorción a través de actividades agrícolas y forestales, así como la captura y almacenamiento. Una herramienta interesante para compensar las emisiones de GEI son los mercados de carbono. Los mercados regulados se basan en el Protocolo de Kioto y no implican necesariamente una verdadera compensación, sino únicamente un comercio. Sin embargo, los mercados voluntarios ofrecen una compensación de GEI a través de proyectos de forestación, deforestación evitada o energías renovables en todo el mundo, aunque con una oferta limitada, al menos en España.

Ambos esquemas tienen escaso desarrollo en España, debido a una causa común, la falta de demanda de compensación. La compensación por biodiversidad se ha visto afectada en España por problemas como mala planificación, falta de precisión, dificultades en la adquisición de terrenos o costes inesperados (Carrasco et al. 2013). Asimismo, desde 2008, la crisis económica ha llevado a una falta de inversión en obras civiles, la principal fuente de demanda y financiación de la compensación ambiental.

Prácticamente todas las compensaciones de GEI realizadas en España proceden de la iniciativa privada. Su ámbito es limitado, no aspirando a grandes compensaciones. Esto se debe principalmente a la poca consideración del cambio climático en la evaluación de impacto ambiental (Enríquez-de-Salamanca et al. 2016), donde no se requiere la compensación de carbono en planes y proyectos.

Las limitaciones a la compensación por biodiversidad o emisiones de carbono se pueden reducir asociando ambos esquemas que, pese a seguir rutas diferentes, tienen un propósito similar, la compensación ambiental.

2. Bancos de conservación



Los bancos de mitigación son un instrumento de mercado para la compensación de la biodiversidad. Un banco ofrece créditos de compensación sobre ciertos hábitats o especies, que pueden ser adquiridos por un promotor que ha generado débitos de compensación, es decir, daños a la biodiversidad que deben ser compensados.

Desde finales de la década de 1980 las agencias ambientales, los gobiernos y las organizaciones han adoptado los instrumentos de mercado como los mercados de carbono, los bancos de hábitats o los pagos por servicios ambientales (PSA), al considerar que son flexibles, rentables y que movilizan recursos del sector privado (Pirard 2012; Gómez-Baggethun y Muradian 2015). Estos mecanismos tienen partidarios y detractores. Algunos autores consideran que se mercantiliza el medio ambiente, que la restauración ecológica esperada no está respaldada por la evidencia, o que la promesa de compensación puede aumentar la permisividad de daños a la biodiversidad (Robertson 2004; Walker et al. 2009; Maron et al. 2012; McAfee 2012). Otros autores plantean las limitaciones de la compensación de la biodiversidad, especialmente asociadas a la eficacia de la restauración ecológica (Quétier y Lavorel 2001; Morris et al. 2006; Palmer y Filoso 2009). Algunos estudios se centran en la eficacia de la banca de mitigación (Fox y Nino-Murcia 2005; Robertson y Hayden 2008; Robertson 2009). Algunos trabajos recientes tratan de analizar objetivamente el tema (Vaissière y Levrel 2015; Gómez-Baggethun y Muradian 2015). Boisvert (2015) señala que los discursos a favor y en contra de los bancos de conservación, caricaturizados como herramientas de mercado o licencias para matar a las especies en peligro de extinción o destruir sus hábitats, tienden a oscurecer sus características.

La banca de mitigación nació en Estados Unidos en la década de 1980, y a partir de 1998 se convirtió en la alternativa de compensación preferida por la Agencia de Protección Ambiental (EPA 2016). En España se citan en el Plan de Patrimonio Natural y Biodiversidad 2011-2017 (BOE 2011), y se reconocen legalmente, con el nombre de *bancos de conservación*, en la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental (BOE 2013), sin una regulación detallada. Aunque existe un borrador de reglamento, éste no ha llegado a aprobarse, por las discrepancias con ciertos sectores políticos y sociales, como las ONG, que consideran que la biodiversidad se mercantiliza.

La oposición a los bancos de conservación en España tiene mucho que ver con la visión del papel del sector público y privado en la conservación del medio ambiente. Tradicionalmente ha sido una responsabilidad del gobierno y la participación privada se suele considerar sospechosa de tener intereses espurios, aunque gran parte del territorio protegido sea, paradójicamente, de propiedad privada.

Algunos aspectos que pueden afectar al desarrollo de los bancos de conservación en España son:

- **Aspectos técnicos y funcionales.** Hay una falta de experiencia práctica. La amplia experiencia de otros países no se puede copiar de forma automática, ya que algunos aspectos son inherentes a los hábitats y especies específicos a compensar. Los problemas locales sólo pueden resolverse a través de la implantación de bancos, acompañada de un seguimiento y retroalimentación.



- **Aspectos legales.** La regulación de los bancos de mitigación se ha desarrollado en países anglosajones, legal y socialmente diferentes a España, y puede ser difícil de encajar en un sistema legal latino (Vázquez 2014).
- **Aspectos económicos.** Los bancos necesitan un mercado activo, con oferta y demanda. En este sentido, el tamaño del mercado y la tasa de transformación del territorio tienen una influencia positiva en ellos (van Teeffelen et al. 2014; Pirard 2012). Actualmente España carece tanto de créditos, oferta de compensación, como de débitos, demanda de compensación. Entre 1990 y 2008 la inversión en obra civil, que es la principal demandante de compensación ambiental, fue significativa, pero incluso en esa situación la aplicación de medidas compensatorias fue mucho menor de lo esperado en las evaluaciones ambientales (Carrasco et al. 2013). La crisis económica ha reducido la inversión en obras públicas, creando un obstáculo para el desarrollo de bancos de conservación por falta de demanda. La incertidumbre acerca de la demanda aleja a potenciales inversores, y puede llevar al colapso de este tipo de mercados (Panayotou 1994).
- **Aspectos ecológicos.** Un reto importante en España es su diversidad biológica, la mayor de toda la Unión Europea (UE). Cubrir esta diversidad de hábitats y especies requiere gran número de bancos. Si se establecen requisitos muy estrictos en cuanto a similitud de los hábitats destruidos y restaurados se pueden inhibir la actividad (van Teeffelen et al. 2014; Pirard 2012).
- **Aspectos administrativos.** Los procesos administrativos largos y costosos afectan a los mercados ambientales (van Teeffelen et al. 2014; Pirard 2012). Esto es importante en España, con una Administración General del Estado y 17 comunidades autónomas con competencias ambientales. Para cubrir de forma eficaz todos los hábitats y especies se requiere un mercado de compensación interregional, con una buena cooperación entre administraciones, lo que no siempre es fácil.

3. Mercados de carbono

Un mercado de carbono es un instrumento de mercado en el que un emisor que desea o necesita compensar emisiones de GEI compra créditos de carbono. Hay dos tipos de mercados de carbono, regulados y voluntarios. Los mercados regulados se derivan de los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto. También es importante el mercado de comercio de emisiones de la UE. En estos mercados los créditos de carbono pueden derivarse de derechos de emisión, y no de una verdadera compensación, por lo que no se consideran en este trabajo. En los mercados voluntarios los créditos representan la eliminación de una tonelada de CO₂ de la atmósfera, una verdadera compensación de carbono, o bien medidas que evitan su emisión, un caso más controvertido.

Los principales esfuerzos para mitigar el cambio climático deben centrarse en reducir las emisiones de GEI, pero además los países pueden utilizar sumideros de carbono (EC 2012). Las actividades relacionadas con el uso del suelo y la silvicultura (LULUCF, *Land Use, Land Use Changes and Forestry*) que dan como resultado la captura de carbono y su almacenamiento en forma de materia vegetal se consideran sumideros, pudiendo absorber y almacenar CO₂ y evitar la deforestación a través de un manejo y conservación adecuados. Si se puede demostrar que los esfuerzos de gestión dan lugar a un



almacenamiento de carbono, se podrían reclamar créditos de carbono potencialmente comercializables (Vickers et al. 2012). En consecuencia, muchas actividades LULUCF, adecuadamente gestionadas, podrían transformarse en mercados de carbono, con oportunidades interesantes, aunque también algunos retos importantes (Tabla 1).

Tabla 1. Oportunidades y retos del secuestro de carbono mediante actividades LULUCF

| | | |
|---------------|---|--|
| Oportunidades | <ul style="list-style-type: none"> - Mitigan el cambio climático por absorción y almacenamiento de CO₂ o deforestación evitada - Los procesos pueden acelerarse y convertirse en créditos de carbono comercializables - Se puede unir secuestro de carbono, suministro de productos sostenibles e incremento de ingresos - Se refuerza el valor de los ecosistemas y se puede ligar con PSA - Reducción de pobreza y desempleo mediante PSA, incluyendo mercado de carbono | <p>Landell-Mills (2002), Grieg-Gran et al. (2005), Pagiola et al. (2005), Canadell and Raupach (2008), Engel et al. (2008), Wunder (2008), Muradian et al. (2010), Milder et al. (2010), Vickers et al. (2012)</p> |
| Retos | <ul style="list-style-type: none"> - Credibilidad: se necesitan normas internacionales para dar legitimidad a la compensación - No hay adicionalidad en la deforestación evitada en países desarrollados - Maximizar los créditos de carbono implica un riesgo de causar daños a la biodiversidad - Reducción de tierras agrícolas y de la seguridad alimentaria y aumento de precio de los alimentos - Ocupación de tierras menos productivas, que retienen la mayor parte de la biodiversidad - La permanencia es esencial para la compensación ambiental | <p>Matthews et al. (2002), Caparrós and Jacquemont (2003), Huston and Marland (2003), Pielke et al. (2003), Canadell and Raupach (2008), O'Connor (2008), Ovando and Caparrós (2009), Jackson and Baker (2010), Hall et al. (2012), GS (2013, 2014), VCS (2013, 2015), Xiong et al. (2014)</p> |

Funk et al. (2014) demuestran que en Gisborne (Nueva Zelanda) una parte importante de las tierras podrían obtener mayores márgenes de beneficio con agricultura de carbono que con pastoreo. Balderas et al. (2010) indican para México que los pagos en los primeros años favorecen el desarrollo de proyectos de forestación en tierras agrarias. Tradicionalmente las actividades LULUCF ha sido excluidas de la contabilidad de GEI, pero su inclusión en el Marco 2030 de clima y energía de la UE (EC 2015) puede alentar las compensaciones de carbono.

Hay muchas recomendaciones sobre la manera de mitigar el cambio climático a través de las actividades LULUCF (Tabla 2). Algunas medidas en el sector forestal son: incremento de la cubierta forestal, reforestación, prevención de incendios forestales, gestión sostenible, prevención de la deforestación, productos de madera de larga duración, uso de madera en la construcción, uso de biomasa para sustituir combustibles fósiles, optimización de turnos, reducción de intensidad de la explotación forestal, sacar el ganado fuera de los bosques, utilizar diversas especies en la forestación, prevención de plagas y enfermedades, maximización de productos forestales o fertilización sostenible. Las actuaciones potenciales en la agricultura son: nuevas técnicas de cultivo, eficiencia



energética, uso de biocombustibles y biomasa para energía, mejorar el manejo del ganado, mejor uso de los fertilizantes, reducción de las pérdidas de carbono y N₂O en los suelos, reducción de la quema de biomasa y del uso de cal, productos agrícolas de larga duración y sistemas agroforestales.

Tabla 2. Medidas para mitigar el cambio climático mediante actividades LULUCF

| Sector | Medidas |
|--|--|
| Forestal | Incrementar la cubierta forestal, restaurar la vegetación, reforestar ^(1, 2, 3, 4, 5) |
| | I+D sobre el papel del sector forestal en la captura de GEI ⁽¹⁾ |
| | Medidas de prevención de incendios forestales ^(1, 4, 5) |
| | Gestión forestal sostenible y cambios en la gestión ^(1, 2, 3, 4) |
| | Proteger los bosques existentes y evitar la deforestación ^(2, 3, 4) |
| | Productos de madera duraderos y empleo de madera en la construcción ^(2, 5) |
| | Biomasa para sustituir combustibles fósiles ^(2, 3, 4, 5) |
| | Buscar turnos óptimos y reducir la intensidad de las cortas ⁽⁴⁾ |
| | Mantener el ganado fuera de los montes ⁽⁴⁾ |
| | Plantar diferentes especies ⁽⁴⁾ |
| | Plantar y proteger las áreas más vulnerables ⁽⁴⁾ |
| | Prevención de enfermedades y plagas ⁽⁵⁾ |
| | Maximizar la producción forestal ⁽⁴⁾ |
| Fertilización sostenible ⁽⁵⁾ | |
| Agrícola | Incrementar la absorción de carbono en los sistemas agrícolas ⁽¹⁾ |
| | Eficiencia energética ^(2, 3) |
| | Nuevas técnicas de cultivo ⁽²⁾ |
| | Producción de biocombustibles ⁽²⁾ |
| | Uso de biomasa para producir energía ⁽³⁾ |
| | Mejor manejo del ganado ⁽²⁾ |
| | Mejor uso de los fertilizantes ⁽²⁾ y mejor gestión del estiércol ⁽³⁾ |
| | Reducción de pérdidas de carbono y N ₂ O en los suelos ⁽³⁾ |
| Reducción de la quema de biomasa y el empleo de cal ⁽³⁾ | |
| Ambos | Incrementar el stock de carbono en productos agrícolas duraderos y dehesas ⁽³⁾ |
| | Mejor manejo de arrozales ⁽³⁾ |
| Ambos | Fomentar la participación del sector privado ⁽¹⁾ |
| | Promover el Fondo para el Patrimonio Natural ⁽¹⁾ |
| | Desarrollar un sistema de información sobre carbono absorbido por LULUCF ⁽¹⁾ |

⁽¹⁾ MMA (2007); ⁽²⁾ MAGRAMA (2015); ⁽³⁾ Trines (2006); ⁽⁴⁾ Vickers et al. (2012); ⁽⁵⁾ COSE (2008)

El potencial del sector LULUCF para compensar las emisiones de GEI es enorme. En Europa puede contribuir entre el 13 y el 52% a la meta de reducir un 20% los GEI en el año 2020, pero requeriría que entre el 8 y el 30% de las tierras agrícolas de la UE fueran repobladas o destinadas a cultivos energéticos (Ovando y Caparrós 2009). En Estados Unidos los pagos de hasta 50 dólares por tCO₂e podría reducir las emisiones de GEI en más de 700 millones de tCO₂e por año, pero implicaría la reducción de la superficie de tierras agrícolas en un 10% o más (Jackson y Baker 2010). En España, aunque el clima limita el potencial forestal (Nabuurs y Schelhaas 2002), los bosques crecen anualmente 20911786 de t de materia seca, de la que y sólo el 25,5% se extrae; teniendo en cuenta solamente las principales especies forestales, los bosques españoles fijan anualmente 75143536 tCO₂, casi una cuarta parte de las emisiones nacionales de GEI (Montero et al.



2005). También hay algunas condiciones favorables para el sector LULUCF como la alta tasa de abandono de tierras que se espera en los próximos 25 años en la UE (EFTEC y IEEP 2010), el tamaño del país, el segundo más grande de la UE, una gran superficie agrícola y forestal, y una densidad de población inferior a la media de la UE. Por consiguiente, las actividades LULUCF tienen un gran potencial en España, que puede ser canalizado parcialmente a través de mercados de carbono.

Un aspecto esencial en los mercados voluntarios de carbono es la credibilidad, lo que explica el desarrollo de normas internacionales que tratan de dar legitimidad a las unidades de compensación y evitar la doble contabilidad (p.e. GS 2013, 2014; VCS 2013, 2015). Hay algunos retos en la conversión de las actividades LULUCF a créditos de carbono, como demostrar la adicionalidad, el respeto por el medio ambiente, la ausencia de impactos sociales y la permanencia.

Muchos de los mercados voluntarios de carbono se basan en proyectos de deforestación evitada en países en desarrollo, por lo general a través de mecanismos de REDD+. Sin embargo, no hay adicionalidad en estas prácticas en países desarrollados, donde existen marcos legales sólidos para la protección de los bosques; en estos países la adicionalidad implica una captura de carbono demostrable.

La maximización de créditos de carbono también tiene sus riesgos, como causar daños a la biodiversidad, la sustitución de vegetación de interés ecológico por plantaciones de especies exóticas de crecimiento rápido, con mayor absorción de carbono (Caparrós y Jacquemont 2003; Canadell y Raupach 2008; O'Connor 2008; Hall et al. 2012), cambios en las poblaciones de aves (Matthews et al. 2002) o efectos inesperados sobre el secuestro de carbono en el suelo (Xiong et al. 2014). Begg et al. (2001) señalan la necesidad de integrar las consideraciones ambientales y sociales en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto, igualmente aplicable a los mercados voluntarios de carbono.

En cuanto a los impactos sociales, los mercados de carbono pueden implicar una reducción de tierras agrícolas, disminución de la seguridad alimentaria y aumento de precios en alimentos básicos, obligando a la ocupación de tierras menos productivas, que retienen la mayor parte de la biodiversidad (Huston y Marland 2003; Canadell y Raupach 2008; Ovando y Caparrós 2009; Jackson y Baker 2010), pero bien dirigidos pueden aunar el secuestro de carbono con el suministro de productos sostenibles y la generación de ingresos adicionales, fomentando el desarrollo rural (Canadell y Raupach 2008). Por ejemplo, los sistemas agroforestales no requieren la conversión total del uso del suelo (Flugge y Abadi 2006; Trines 2006; Balderas et al. 2010; Bryan et al. 2014). Una opción para minimizar estos posibles impactos es someter las diferentes alternativas a evaluación ambiental estratégica (Geneletti 2015).

La permanencia es esencial para la compensación ambiental. En los sumideros, si se destruye la vegetación se pierde la compensación. Marland et al. (2001) sugieren que cuando las reducciones de emisiones no sean claramente permanentes, como el secuestro en bosques, los créditos de carbono podrían alquilarse en lugar de venderse.

4. Buscando sinergias. Hacia un sistema amplio de compensación



Las compensaciones de biodiversidad y los mercados de carbono se han desarrollado de forma independiente, a pesar de que tienen mucho en común. Ambos son mecanismos de compensación ambiental, para hábitats y especies o emisiones de GEI, y requieren una gestión adecuada del suelo y la protección o incremento de la vegetación. Una diferencia es que mientras las compensaciones por biodiversidad son muy selectivas en hábitats y especies, la compensación de GEI es poco selectiva, buscando maximizar la absorción o el stock de carbono, pero esto no impide su integración. Cada esquema tiene sus peculiaridades, pero hay muchas posibilidades para desarrollar y potenciar ambos de forma conjunta (Tabla 3).

Tabla 3. Particularidades de los bancos de conservación y mercados de carbono y posibilidades de unión

| Bancos de conservación | Mercados de carbono | Posibilidades de ambos juntos |
|---|--|--|
| Compensación de hábitats o especies | Compensación de emisiones de GEI | Unión de ambos objetivos de compensación |
| Créditos: hábitats o especies | Créditos: carbono | Doble contabilidad de créditos: biodiversidad y carbono |
| Muy selectivo en hábitats y especies | Poco selectivo: maximización de secuestro de carbono o stock | Sacrificio de absorción potencial a cambio de mayor especificidad |
| Reconocimiento legal en España desde 2013 | Sin reconocimiento legal | Se aprovecha el reconocimiento legal de los bancos para fortalecer el sistema global |
| Sin estándares específicos, pero fácilmente adaptable a ellos | Utiliza estándares específicos | Cumplimiento de estándares de carbono en ambos casos |
| Aporta una sólida garantía de permanencia | No aporta una sólida garantía de permanencia | Se aprovecha la garantía de permanencia de los bancos |
| Financiación sobre todo de obras civiles | Financiación sobre todo de empresas privadas | Unión de ambas fuentes de financiación para obtener mayores recursos |

Varios artículos analizan las oportunidades de los mercados de carbono y biodiversidad (Berkessy y Wintle 2008; Díaz et al. 2009; Freedman et al. 2009; Midgley et al. 2010; Hall et al. 2012; Siikamäki y Newbold 2012; Rittenhouse y Rissman 2012; Thomas et al. 2013), destacando el interés prestado a este tema en Australia (Flugge y Abadi 2006; Harper et al. 2007; Fensham y Guymer 2009; Dwyer et al. 2009; Ngugi et al. 2011; Witta et al. 2011; Paul et al. 2013; Renwick et al. 2014; Bryan et al. 2014).

Un instrumento de mercado que permitiría proporcionar valor tanto para la captura de carbono como para la protección de la biodiversidad son los PSA, cuyo objetivo es apoyar el desarrollo sostenible a través de una mayor apreciación de la biodiversidad y los valores del ecosistema (Huberman 2008). El secuestro de carbono es una forma de fortalecer el valor del ecosistema, por lo que existe un vínculo evidente entre mercados de carbono y PSA.

La relación entre PSA, incluyendo mercados de carbono, y la reducción de la pobreza ha sido ampliamente estudiada (Landell-Mills 2002; Pagiola et al. 2005; Grieg-Gran et al. 2005; Wunder 2008; Engel et al. 2008; Muradian et al. 2010; Milder et al. 2010). Aunque



por lo general se centra en países en desarrollo, la misma idea se puede aplicar a la reducción del desempleo, un gran problema en España.

Los bancos de conservación son un instrumento de mercado más sólido en España que los PSA, porque tienen reconocimiento legal. Los bancos pueden ser aplicables tanto a la compensación de la biodiversidad como de los GEI, su adaptación a los estándares de los mercados de carbono es fácil y proporcionan garantía de permanencia. El mercado global que se origina al unir la absorción de carbono y la mejora de la biodiversidad podría resolver las limitaciones financieras de la compensación ambiental.

Una clave para el éxito de la integración de los mercados de carbono y de conservación sería la doble contabilidad de créditos, por biodiversidad y carbono (Berkessy y Wintle 2008), que aportaría un valor adicional a los bancos, reduciendo el riesgo de derivar en compensaciones de carbono puras.

Los fondos para desarrollar un mercado global de compensación ambiental pueden provenir de diferentes fuentes. Por un lado, existe una demanda real de compensación ambiental, principalmente para la biodiversidad, asociada a proyectos como infraestructura de transporte, agua o energía, aunque mucho menos que hace unos años. Por otro lado, existe una demanda de créditos de carbono, especialmente de empresas privadas dentro de sus políticas de responsabilidad social, que podría incrementarse exigiendo compensaciones de carbono para los principales planes y proyectos en el marco de la evaluación ambiental.

La inclusión del sector LULUCF en el Marco 2030 de clima y energía de la UE podría impulsar la compensación de emisiones de GEI y los mercados de carbono, como una ayuda para lograr los objetivos nacionales de emisión. Los fondos de la Política Agrícola Común también podrían financiar bancos agroambientales, y el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible en España podría ser revisado para financiar proyectos de sumideros. Otra forma de financiación puede provenir de los PSA. Las dificultades financieras para la implantación de bancos podrían reducirse con el apoyo del Instituto de Crédito Oficial, exención de impuestos, beneficios fiscales, ayudas por la creación de empleo o asistencia técnica.

En el sector forestal, existen medidas de gestión que pueden mejorar el aumento del stock de carbono y la absorción con ventajas ecológicas añadidas. Los terrenos forestales en España conservan gran parte de la biodiversidad y proporcionar servicios ambientales, a pesar de que a menudo tienen una baja productividad. Excepto en el norte peninsular, España no es favorable para la producción de madera, y en consecuencia los montes generan bajos ingresos. Muchos montes podrían convertirse en bancos de conservación, proporcionando compensaciones por biodiversidad y GEI, lo que ayudaría a su conservación y a hacerlos económicamente viables.

El sector agrícola tiene un enorme potencial para la compensación ambiental, tanto para biodiversidad como para carbono. Los suelos agrícolas a menudo sufren una escasez de materia orgánica, que puede corregirse con medidas de gestión como la agricultura de conservación y la incorporación de residuos agrícolas. Los sistemas agroforestales, como la dehesa española, combinan una cubierta arbolada dispersa con cultivos o pastos, armonizando la producción agraria y la captura y almacenamiento de carbono. En



España hay grandes áreas de cultivo donde es posible introducir árboles dispersos, setos y bosquetes que permitan un secuestro de carbono sin afectar a la producción, o con pérdidas mínimas, que podrían ser compensadas por la venta de créditos de carbono. Esto implicaría invertir la tendencia actual a la intensificación agraria, que junto a la concentración parcelaria ha dado lugar a la pérdida de setos y bosquetes (EFTEC y IEEP 2010). Además, muchas áreas de cultivo mantienen ricas comunidades de aves esteparias, cuya conservación es una prioridad. Los bancos de conservación que incluyan cultivos productivos, barbechos, eriales, dehesas, setos entre propiedades y reforestación de zonas agrícolas marginales tienen un enorme potencial, permitiendo diversificar la actividad económica en zonas rurales, atraer inversiones y mejorar la biodiversidad y la captura de carbono.

5. Conclusiones

Actualmente en España no hay prácticamente demanda de compensación ambiental. La falta de demanda de compensación de la biodiversidad se debe principalmente a una baja inversión en obra civil, el principal demandante de esta compensación, mientras que la falta de compensación de GEI se debe a que es voluntaria, y no un requisito obligatorio.

Un sistema de compensación ambiental efectivo necesita un mercado activo para desarrollarse, y una buena manera de aumentar la demanda es vinculando las compensaciones de la biodiversidad y los mercados de carbono. Los bancos de conservación pueden ser una oportunidad para combinar ambos esquemas de compensación. Permitir a los bancos de conservación trabajar al mismo tiempo como mercados de carbono puede ser la clave para asegurar suficiente actividad de mercado, proporcionando al mismo tiempo un sentido ecológico a los créditos de carbono, que deberán mantener o mejorar la biodiversidad. La unificación de la compensación ambiental en un mismo mecanismo puede ser la clave de su éxito.

Las ventajas de un sistema de compensación global serían grandes; desde el punto de vista ecológico, la creación y protección de hábitats y especies; desde el punto de vista social, la creación de empleo y la derivación de recursos financieros a las áreas rurales; desde el punto de vista climático, la reducción de la concentración de GEI; y desde el punto de vista político, la ayuda al cumplimiento de los objetivos de emisión de GEI. Los bancos de conservación son una herramienta adecuada para la integración de la compensación de biodiversidad y carbono en España, pero para tener éxito su regulación debe ser flexible, permitiendo diferentes modelos de bancos que integren terrenos agrícolas y forestales, y dentro de ellos producción, conservación y compensación.

Agradecimientos

Este trabajo ha recibido el apoyo del Programa de Español de Investigación, Desarrollo e Innovación por medio de los proyectos CTM2014-56668-R y AGL2015-69151-R.

Referencias

Balderas A, R Marchant, JC Lovett, JCR Smart, R Tipper (2010) Analysis of the carbon sequestration costs of afforestation and reforestation agroforestry practices and the use of cost



- curves to evaluate their potential for implementation of climate change mitigation. *Ecol Econ* 6: 469–477.
- Begg K, G Haq, M Chadwick, T Kallaste (2001) Implementing environmental considerations for joint implementation and the clean development mechanism. *J Environ Assess Pol Manag* 3(1): 1–33
- Berkessy SA, BA Wintle (2008) Using carbon investment to grow the biodiversity bank. *Conserv Biol* 22(3): 510–513.
- BOE (2011) Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011–2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Boletín Oficial del Estado. http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2011-15363 (25.6.16).
- BOE (2013) Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Boletín Oficial del Estado. http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12913 (12.6.16).
- Boisvert V (2015) Conservation banking mechanisms and the economization of nature: An institutional analysis. *Ecosyst Ser* 15: 134–142.
- Bryan BA, M Nolan, TD Harwood, JD Connor, J Navarro-Garcia, D King, DM Summers, D Newth, Y Cai, N Grigg, I Harman, ND Crossman, MJ Grundy, JJ Finnigan, S Ferrier, KJ Williams, KA Wilson, EA Law, S Hatfield-Dodds (2014) Supply of carbon sequestration and biodiversity services from Australia's agricultural land under global change. *Glob Environ Chang* 28: 166–181.
- Canadell JG, MR Raupach (2008) Managing forests for climate change mitigation. *Science* 320(5882): 1456–1457.
- Caparrós A, F Jacquemont (2003) Conflicts between biodiversity and carbon sequestration programs: economic and legal implications. *Ecol Econ* 46: 143–157.
- Carrasco MJ, A Enríquez-de-Salamanca, MR García, S Ruiz (2013) Evolución de las medidas compensatorias en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental. *Ingeniería Civil* 172: 73–80.
- COSE (2008) Guía de buenas prácticas para mitigar el cambio climático. http://selvicultor.net/wp-content/uploads/2012/01/GuiaBBPP_20081222.pdf (7.6.16).
- Díaz S, A Hector, DA Wardle DA (2009) Biodiversity in forest carbon sequestration initiatives: not just a side benefit. *Curr Opin Environ Sustain* 1: 55–60.
- Dwyer JM, RJ Fensham, DW Butler, YM Buckley (2009) Carbon for conservation: Assessing the potential for win–win investment in an extensive Australian regrowth ecosystem. *Agric Ecosys Environ* 134: 1–7.
- EC (2012) Report from the Commission to the European Parliament and the Council. Progress towards achieving the Kyoto objectives. SWD(2012) 353 final. European Commission. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0626> (30.7.16).
- EC (2015) Roadmap. Initiative: Addressing greenhouse gas emissions from agriculture and LULUCF in the context of the 2030 EU climate and energy framework. European Commission. http://ec.europa.eu/smart-regulation/roadmaps/docs/2015_clima_003_lulucf-2030_en.pdf (9.7.16).
- EFTEC, IEEP (2010) The use of market-based instruments for biodiversity protection – The case of habitat banking. Technical Report. http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/eftec_habitat_technical_report.pdf (30.6.16).
- Engel S, S Pagiola, S Wunder (2008) Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecol Econ* 65: 663–674.
- Enríquez-de-Salamanca A, RM Martín-Aranda, R Díaz-Sierra (2016) Consideration of climate change on environmental impact assessment in Spain. *Environ Impact Assess Rev* 57: 31–39.
- EPA (2016) Mitigation Banking Factsheet. US Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/cwa-404/mitigation-banking-factsheet> (12.9.16).
- Fensham RJ, GP Guymer (2009) Carbon accumulation through ecosystem recovery. *Environ Sci Policy* 12: 367–372.



- Flugge F, A Abadi (2006) Farming carbon: an economic analysis of agroforestry for carbon sequestration and dryland salinity reduction in Western Australia. *Agrofor Syst* 68: 181–192.
- Fox J, A Nino-Murcia (2005) Status of species conservation banking in the United States. *Conserv Biol* 19: 996–1007.
- Freedman B, G Stinson, P Lacoul (2009) Carbon credits and the conservation of natural areas. *Environ Rev* 17: 1–19.
- Funk JM, CB Field, S Kerr, A Daigneault (2014) Modeling the impact of carbon farming on land use in a New Zealand landscape. *Environ Sci Policy* 37: 1–10.
- Geneletti D. (2015) A conceptual approach to promote the integration of ecosystem services in strategic environmental assessment. *J Environ Assess Pol Manag* 17: 1550035.
- Gómez-Baggethun E, R Muradian (2015) In markets we trust? Setting the boundaries of Market-Based Instruments in ecosystem services governance. *Ecol Econ* 117: 217–224.
- Grieg-Gran M, I Porras, S Wunder (2005) How can market mechanisms for forest environmental services help the poor? Preliminary lessons from Latin America. *World Dev* 33(9): 1511–1527.
- GS (2013) Afforestation/Reforestation (A/R) Requirements. The Gold Standard. <http://www.goldstandard.org/resources/afforestation-reforestation-requirements> (10.5.16).
- GS (2014) The Gold Standard Agriculture Requirements. The Gold Standard. <http://www.goldstandard.org/resources/agriculture-requirements> (10.5.16).
- Hall JM, T Van Holt, AE Daniels, V Balthazar, EF Lambin (2012) Trade-offs between tree cover, carbon storage and floristic biodiversity in reforesting landscapes. *Landsc Ecol* 27: 1135–1147.
- Harper RJ, AC Beck, P Ritson, MJ Hill, CD Mitchell, DJ Barrett, KRJ Smettem, SS Mann (2007) The potential of greenhouse sinks to underwrite improved land management. *Ecol Eng* 29: 329–341.
- Huberman D (2008) *A gateway to PES: Using payments for ecosystem services for livelihoods and landscapes*. Markets and Incentives for Livelihoods and Landscapes Series No. 1. Gland: IUCN.
- Huston MA, G Marland (2003) Carbon management and biodiversity. *J Environ Manage* 67: 77–86.
- Jackson RB, JS Baker (2010) Opportunities and constraints for forest climate mitigation. *BioScience* 60(9): 698–707.
- Landell-Mills N (2002) Developing markets for forest environmental services: an opportunity for promoting equity while securing efficiency? *Philos Trans R Soc A* 360: 1817–1825.
- MAGRAMA (2015) Cambio climático. Mitigación: políticas y medidas. Instrumentos y opciones tecnológicas. Sectores de actividad. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/instrumentos-y-opciones-tecnologicas/sectores-de-actividad/default.aspx> (27.1.16).
- Marland G, K Fruit, R Sedjo (2001) Accounting for sequestered carbon: the question of permanence. *Environ Sci Policy* 4: 259–268.
- Maron M, RJ Hobbs, A Moilanen, JW Matthews, K Christie, TA Gardner, DA Keith, DB Lindenmayer, CA McAlpine (2012) Faustian bargains? Restoration realities in the context of biodiversity offset policies. *Biol Conserv* 155: 141–148.
- Matthews S, R O'Connor, AJ Plantinga (2002) Quantifying the impacts on biodiversity of policies for carbon sequestration in forests. *Ecol Econ* 40: 71–87.
- McAfee K (2012) The contradictory logic of global ecosystem services markets. *Dev Change* 43: 105–131.
- Midgley GF, WJ Bond, V Kapos, C Ravilious, JPW Scharlemann, FI Woodward (2010) Terrestrial carbon stocks and biodiversity: key knowledge gaps and some policy implications. *Curr Opin Environ Sustain* 2: 264–270.
- Milder J, S Scherr, C Bracer (2010) Trends and future potential of payment for ecosystem services to alleviate rural poverty in developing countries. *Ecol Soc* 15(2): 4.
- MMA (2007) Estrategia española de cambio climático y energía limpia. Horizonte 2007–2012–2020. Ministerio de Medio Ambiente. http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/documentacion/est_cc_energ_limp_tcm7-12479.pdf (7.5.16).



- Montero G, R Ruiz-Peinado, M Muñoz (2005) *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Madrid: INIA.
- Morris RKA, I Alonso, RG Jefferson, KJ Kirby (2006) The creation of compensatory habitat—Can it secure sustainable development? *J Nat Conserv* 14: 106–116.
- Muradian R, E Corbera, U Pascual, N Kosoy, P May (2010) Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecol Econ* 69: 1202–1208.
- Nabuurs GJ, MJ Schelhaas (2002) Carbon profiles of typical forest types across Europe assessed with CO2FIX. *Ecol Indic* 1: 213–223.
- Ngugi MR, RW Johnson, WJF McDonald (2011) Restoration of ecosystems for biodiversity and carbon sequestration: Simulating growth dynamics of brigalow vegetation communities in Australia. *Ecol Model* 222: 785–794.
- O'Connor D (2008) Governing the global commons: Linking carbon sequestration and biodiversity conservation in tropical forests. *Glob Environ Chang* 18: 368–374.
- Ovando P, A Caparrós (2009) Land use and carbon mitigation in Europe: A survey of the potentials of different alternatives. *Energy Policy* 37: 992–1003.
- Pagiola S, A Arcenas, G Platais (2005) Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. *World Dev* 33(2): 237–253.
- Palmer MA, S Filoso (2009) Restoration of ecosystem services for environmental markets. *Science* 325(5940): 575–576.
- Panayotou T (1994) Conservation of biodiversity and economic development: the concept of transferable development rights. *Environ Resour Econ* 4(1): 91–110.
- Paul KI, A Reeson, P Polglase, N Crossman, D Freudenberger, C Hawkins (2013) Economic and employment implications of a carbon market for integrated farm forestry and biodiverse environmental plantings. *Land Use Policy* 30: 496–506.
- Pirard R (2012) Market-based instruments for biodiversity and ecosystem services: a lexicon. *Environ Sci Policy* 19–20: 59–68.
- Quétier F, S Lavorel (2001) Assessing ecological equivalence in biodiversity offset schemes: Key issues and solutions. *Biol Conserv* 144: 2991–2999.
- Renwick AR, CJ Robinson, TG Martin, T May, P Polglase, HP Possingham, J Carwardine (2014) Biodiverse planting for carbon and biodiversity on indigenous land. *PLoS One* 9(3): e91281.
- Rittenhouse CD, AR Rissman (2012) Forest cover, carbon sequestration, and wildlife habitat: policy review and modeling of tradeoffs among land–use change scenarios. *Environ Sci Policy* 21: 94–105.
- Robertson M (2004) The neoliberalization of ecosystem services: wetland mitigation banking and problems in environmental governance. *Geoforum* 35(3): 361–373.
- Robertson M, N Hayden (2008) Evaluation of a market in wetland credits: entrepreneurial wetland banking in Chicago. *Conserv Biol* 22(3): 636–646.
- Robertson M (2009) The work of wetland credit markets: two cases in entrepreneurial wetland banking. *Wetl Ecol Manag* 17(1): 35–51.
- Siikamäki J, SC Newbold (2012) Potential biodiversity benefits from international programs to reduce carbon emissions from deforestation. *Ambio* 41: 78–89.
- Thomas CD, BJ Anderson, A Moilanen, F Eigenbrod, A Heinemeyer, T Quaipe, DB Roy, S Gillings, PR Armsworth, KJ Gaston (2013) Reconciling biodiversity and carbon conservation. *Ecol Lett* 16: 39–47.
- Trines E (2006) Second informal dialogue on the role of LULUCF in the climate change response. Informal dialogue on the role of land use, land use change and forestry. Madrid, 19–21 April 2006. http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/lulucf_02_tcm7-12392.pdf (7.5.16).
- Vaissière AC, H Levrel (2015) Biodiversity offset markets: What are they really? An empirical approach to wetland mitigation banking. *Ecol Econ* 110: 81–88.



- Van Teeffelen AJA, P Opdam, F Wätzold, F Hartig, K Johst, M Drechsler, CC Vos, S Wissel, F Quétier (2014) Ecological and economic conditions and associated institutional challenges for conservation banking in dynamic landscapes. *Landsc Urban Plan* 130: 64–72.
- Vázquez OG (2014) Derecho real de conservación ambiental: los bancos de conservación de la naturaleza. 12º Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid, 24–27 November 2014. http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT_2014/1896711802_Vazquez_Asenjo.pdf (24.4.16).
- VCS (2013) Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Requirements. Verified Carbon Standard. http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/AFOLU_Requirements_v3.4.pdf. (10.9.16).
- VCS (2015) VCS Standard. Verified Carbon Standard. [http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/VCS_Standard_v3.5\(0\).pdf](http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/VCS_Standard_v3.5(0).pdf) (10.9.16).
- Vickers B, E Trines, E Pohnan E (2012) Community guidelines for accessing forestry voluntary carbon markets. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3033e.pdf> (5.9.16).
- Walker S, AL Brower, RTT Stephens, WG Lee (2009) Why bartering biodiversity fails. *Conserv Lett* 2(4): 149–157.
- Witta GB, MV Noëla, MI Birdb, RJS Beetona, NW Menziesc (2011) Carbon sequestration and biodiversity restoration potential of semi-arid mulga lands of Australia interpreted from long-term grazing exclosures. *Agric Ecosys Environ* 141: 108–118.
- Wunder, S (2008) Payments for environmental services and the poor: concepts and preliminary evidence. *Environ Dev Econ*, 13, 279–297.
- Xiong X, S Grunwald, D Brenton, C Wade, WG Harris, NB Comerford (2014) Interaction effects of climate and land use/land cover change on soil organic carbon sequestration. *Sci Total Environ* 493: 974–982.